



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Maili Mägi

**SOJASORT 'LAULEMA': TOIDURESSURSS
TOLMELDAJATELE ?**

SOYBEAN CULTIVAR 'LAULEMA': FOOD RESOURCE FOR
POLLINATORS?

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Reet Karise, PhD

Marika Mänd, Prof.

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Maili Mägi		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Sojasort 'Laulema': Toiduressurss tolmeldajatele ?			
Lehekülgi: 34	Jooniseid: 6	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
Osakond / Õppetool: Bio-ja kekkonnateadused			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Põllumajandusteadus, CRC.S B390,Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused			
Juhendaja(d): Reet Karise, PhD , Marika Mänd, Prof.			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018			
<p>Töö eesmärk oli välja selgitada, kas sojaoa sort 'Laulema' on lisatoiduks tolmeldajatele ja sobib korjetaimeks Eesti tingimustes. Vaatlused viidi läbi 2017. aasta suvel sojaoa 'Laulema' õitsemise ajal juuni lõpust kuni augusti alguseni. Vaatluste ajal ei esinenud sademeid ja temperatuur jäi ajavahemikku 15,6 °C - 23,5 °C. Vaatluse käigus loendati viielt ühe meetriselt transektilt õite arv. Mõõdeti õites olev nektar ja õietolm. Sammuti loendati kolmel korral 500 meetriliselt transektilt, soja õitsemiseperioodil, põllul olevad tolmeldajad. Uuriti nende arvukust ja liigirikkust. Sojal tolmeldajaid ei leitud. Neid registreeriti teistelt õistaimedelt põlluservas. Uurimise käigus selgus, et tolmeldajatele toiduressurssi pakkuv õietolm on õisikus olemas. Tõenäoliselt vajab taim kõrgemat õhu temperatuuri, et õisik avaneks ning tolmeldaja õietolmule ligi pääseks. Vaatlusaasta 2017 põhjal saab öelda, et sojasort 'Laulema' ei ole sobilik korjetaim tolmeldajatele ning korjetaimena pole otstarbekas seda lülitada meetaimede meetmesse. Kuid edasine uurimistöö on vajalik, et selgitada välja tulemused sojaoale soodsamate kasvutingimuste korral.</p>			
Märksõnad: soja, soja nektar, tolmeldajad, toiduressurss, tolmeldamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bachelors's Thesis	
Author: Maili Mägi		Specialty: Production and marketing of agricultural products	
Title:Soybean cultivar'Laulema':Food resource for pollinators?			
Pages:34	Figures:6	Tables:1	Appendixes:0
Department: Biosciences and Biosciences Field of research: Agricultural sciensce, CRC.S B390 Supervisors: Reet Karise, PhD <i>and</i> Marika Mänd, Prof. Place and date: Tartu 2018			
The purpose of this thesis was to determine if soybean as a plant of the bean family is fit to be a food resource for pollinators and suitable harvest plant for pollinators in Estonia. The survey was conducted during the blooming period of soybean cultivar 'Laulema' in summer 2017 from the end of June to the beginning of August. There was no precipitation noted during the survey period and the temperature was between 15.6 °C - 23.5 °C. The number of flowers was counted from five one meter long transects. The quantity of nectar and pollen was measured. The quantity of pollinators was counted on a 500 meter transect three times during the blooming period of the soybean. The abundance and diversity of the pollinators was examined. No pollinators were found on the soybean. They could be found on weed. Research proved that the pollen acting as food resource for pollinators is present in the flower. The plant most likely needs higher air temperature in order for the flower to open more, to allow access to the pollinator. On the basis of reference year 2017 it can be said that soybean cultivar 'Laulema' is not a suitable food resource for pollinators. It is not practical to use as a nectar source for honey. Further research is necessary in order to clarify the results in suitable growing conditions for the soybean.			
Keywords: Soybean , pollens, nectar,pollinators , pollination, inflorescence			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSLIK ÜLEVAADE	7
1.1 Sojauba.....	7
1.2 Sojaoa biokeemiline koostis	7
1.2.1 Sojaoa seemnetest saadavad kiudained	8
1.2.2 Soja seemnetest saadavad mineraalained	9
1.2.3 Sojaoas peituvad vitamiinid	9
1.3 Sojaoa agrotehnika	9
1.3.1 Muld ja väetamine	10
1.3.2 Külvinormid, -tihedus ja –aeg	10
1.3.3 Sojaoa taimekaitse	11
1.4 Tolmeldajad ja neile vajalik toiduressurss	13
1.4.1 Nektar ja õietolm	15
1.4.2 Õite arv ja tihedus.....	16
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	17
2.1 Aeg ja koht	17
2.2 Agrotehnika	17
2.3 Vaatlusaegne ilmastik.....	17
2.4 Õite, nektari, õietolmu koguse ja saagi hindamine.....	18
2.5 Tolmeldajate loendamine	19
2.6 Andmeanalüüs	19
3. TULEMUSED JA ANALÜÜS	20
3.1 Õite arv	20
3.2 Tolmeldajate arv põllul	22
3.3 Nektari ja õietolmu hulk õites	23
4. ARUTELU	26
KOKKUVÕTE.....	28
SUMMARY	29

SISSEJUHATUS

Tolmeldavate putukate arv maailmas on pidevas languses (Thom *et al.* 2016). Toiduressursi vähenemise üheks teguriks võib pidada kliimamuutusi (Stoddard *et al.* 2017). Euroopa kliimamuutuste mudelid kimalastest näitavad, et suur hulk tolmeldajaid liigub maailmas põhja poolt lõunasse (Rasmont *et al.* 2015). Seda just toiduressursi puudusest tulenevalt (Thom *et al.* 2016). Põlluharijatel on võimalus luua pestitsiidide vabasid piirkondi ja suurendada õitsevate toidutaimede hulka. Hiljutistes uurimustes on leitud, et täiendavate õistaimede kasvatamine ja loodusliku risttolmlemise soodustamine aitab leevendada tolmeldajate olukorda aidates säilitada nende arvukust (Robacker *et al.* 1983).

Sojauba (*Glycine max.*(L.)Merr.) on liblikõieline kultuur. Eesti kasvutingimustes on lühima kasvuajaga sort 'Kasatka' – 121 päeva. Järgnevad 'Laulema' ja Annuskha – 123 päeva. Lätis kasvavatest soja taimedest on kõige lühema kasvuajaga sordilt 'Laulemal' – 123 päeva. Saagikaim on Eestis (Jõgeval) sort 'Augusta' (1810 kg/ha) (Eesti Taimekasvatuse Instituut 2016).

'Laulema' on Eestis välja aretatud sojasort, mis on sordilehel aastast 2014. Eesti ilmastikutingimustesse sobiva sojaoa sordi aretasid Maia Raudseping ja Lea Narits Eesti Taimekasvatuse Instituudist. Pika kasvuajaga sordid ei suuda oma saagipotentsiaali Eesti ilmastikutingimustes realiseerida, kuid 'Laulema' vegetatsiooni periood on 123 päeva. See on keskmise saagiga sojauba, mis sobib toidu ja söodatootmise tooraineks. Samuti võib teda lugeda heaks mullastiku parandajaks, sest ta rikastab mulda lämmastikuga. Sorti iseloomustavad kõrge proteiinisaldus, keskmine toorrasv, kõrge oomega-3- ja keskmine oomega-6-rasvhappe sisaldus (Narits 2017).

Sojaoa kasvatamisel on Eestis tulevikuperspektiivi just mulla omaduste parandajana (Ajaots 2018). 2016 aastal oli Eestis kokku 14,92 ha tunnustatud sojaoa 'Laulema' seemnepõldu. Sellest osaühingu Rannu Seemne kasvatuses kasvas 10,61 ha (Narits 2017). Sojauba peetakse mitmel pool maailmas tolmeldajatele toiduressurssi pakkuvaks kultuuriks (Ahrent *et al.* 1993). Sojaoa õied võivad olla meemesilastele (*Apis mellifera* L.), looduslike sotsiaalsetele kimalastele ning teistele kahetiivalistele tolmeldajatele nektari- ja õietolmuallikaks (Gill *et al.* 2015).

Antud töö on kirjutatud Maaeluministeeriumi poolt esitatud ettepanekul, lülitada sojasort 'Laulema' meetaimede kasvatamise meetmesse. See näeb ette, et toetuse taotleja kasvatab põllumajandusliku majapidamise põllumaal vähemalt kolme erinevat põllumajanduskultuuri. Töö hüpotees : sojaoa sort 'Laulema' on tolmeldajatele sobilikuks korjetaimeks Eesti tingimustes

Autor avaldab tänu oma juhendajatele Reet Karisele ja Marika Männile igakülgse abi eest töö läbi viimisel. Samuti avaldan tänu ettevõttele Rannu Seeme OÜ kelle maadel teostati vaatlused. Töö on läbi viidud uurimistoetuse (IUT36-2) abil.

1. KIRJANDUSLIK ÜLEVAADE

1.1 Sojauba

Sojauba (*G. max*) pärineb Hiinast ja seda peetakse üheks vanimaks kultuurtaimeks maailmas (Raudseping 2007). Sojaoa ehk soja taimeperekond kuulub valku tootvate liblikõieliste sugukonda. Vastavasse perekonda kuulub umbes 10 liiki, mis on vägagi vormirohked ning kasvavad peamiselt troopikas ja lähistroopikas. Perekonna kuulsaim liik on üheaastane karvane sojauba (*G. soja*) (Kiik 1989).

Sojaoa taimed kohanduvad paljudele muldadele, samal ajal rikastades mulda lämmastikuga. Soja seemneid on kõrgelt hinnatud nende ainulaadse koostise ja mitmekülgse lõppkasutusega. Sojauba kasutatakse söödaks, toiduks ja tööstuslikeks materjalideks. Praegu on eelmainitud kultuur oluliseks toiduõlide allikaks. Taimede biotehnoloogia, toiduaineteaduse ja meditsiiniliste uuringute alusel saab sojat pidada kahekümne esimesel sajandil inimese jaoks kõige olulisemaks taimse valgu allikaks (Colin *et al.* 2016).

Sojaoad sisaldavad 35 % - 50 % valku ja kuni 24 % õli (Yangling *et al.* 2018). Ubade selline koostis teebki soja maailma toiduala üheks imetaimeks. Ta on tunduvalt valgurikkam kui põld- ja aeduba. Soja on varem kasvanud soojas kliimas keskmistes niiskustingimustes, kuid praegu kasvatakse teda ka mõõduka soojusega aladel, metsavööndi lõunaosas (Kiik 1989).

1.2 Sojaoa biokeemiline koostis

Valminud sojaoad sisaldavad rasva 13,5 % – 24,2 %, vett 5,0 % – 9,4 %, valku 29,6 % – 50,3 %, süsivesikuid 14,0–23,9 %, toorkeid 2,8 % – 6,3 % ning mineraalaineid 3,3 % – 6,8 % (Kiik 1989). Oma struktuurilt sarnaneb sojavalk loomsele valgule ning aitab langetada kolesterooli taset. Sojavalk sisaldab lüsiini ja arginiini (Nguyen *et al.* 2014). Sojaubades leiduv väärtuslik õli on kõrgema bioloogilise aktiivsusega, millest inimene omastab kuni 98 % . Sojatoodete

rasvasisalduse jaotus on järgmine: sojas on vähe küllastunud rasvhappeid ja rohkelt küllastumata rasvhappeid (85 %) (Raudseping 2007). Looduslikult heas vahekorras olevad oomega-3- ja oomega-6-rasvhapped tugevdavad organismi vastupanuvõimet, aitavad vältida kõrget vererõhku ja veresoonte lupjumist. Sojast saadav õli on fosfolipiidide allikaks (Nguyen *et al.* 2014). Sojaoast saab väärtuslikku söögiõli, mida kasutatakse margariinitööstuses (Kiik 1989). Pressimisjääkidest tehtud sojajahu on loomadele valgurikkaks jõusöödaks (Emiola *et al.* 2011). Soja sisaldab mitmesuguste biomaterjalide, -kütuste ja -keemiliste ainete tootmiseks piisavas koguses tselluloosi, hemitselluloosi ja ligniini (Abdulkhani *et al.* 2017).

1.2.1 Sojaoa seemnetest saadavad kiudained

Sojaoad sisaldavad palju kiudaineid (5 % – 9 %), mis soodustavad seedetegevust ning on bioloogiliselt aktiivsed ühendid (Raudseping 2007). Sojas sisalduvad bioloogiliselt aktiivsed ained võivad blokeerida kolesterooli imendumist, soodustades viimase eraldumist organismist. Sojas sisalduvat fütiinhapet kasutatakse abivahendina vähiraviks (Stacewicz-Sapuntzakis *et al.* 2008). Tähtsusest kaunviljadest on sojaal suurim valgusisaldus, mis moodustab 29 % kuivainesisaldusest. See on rohkem kui tavalisel oal, läätsel, kikerhernel või tavalisel hernel (Stoddard *et al.* 2017).

Uuringud näitavad, et kiudainete tarbimine võib vähendada kolesterooli kontsentratsiooni, parandada diabeeti ja anda ainevahetuse eeliseid, mis aitavad kaasa kehakaalu hoidmisele (Moghaddam *et al.* 2014). Seda näitab ka uuring, mis viidi läbi Brasiilias 2018. aastal, kus uuriti rottide peal vadakuvalgu asendamist sojavalguga. Tulemusest selgus, et sojavalgu kasutamine parandas oluliselt diabeetiliste rottide insuliini taluvust (Faria *et al.* 2018).

Sojaoad on isoflavoonide genisteiini ja diadseiini ainulaadseks allikaks, millel on palju bioloogilisi funktsioone. Sojaoas sisaldavad kiudained parandavad veresoonekonna tervist (Anderson *et al.* 1997).

1.2.2 Soja seemnetest saadavad mineraalained

Peale kiudainete, proteiini ja õli sisaldavad sojaoa seemned veel rikkalikult mineraalaineid (Raudseping 2007). Viimastest sisaldavad sojaoad suurel määral kaaliumi-, kaltsiumi-, magneesiumi- ja fosforiühendeid (Cozea *et al.* 2016). Kaalium ja magneesium on vajalikud südamelihaste ja närvisüsteemi tööks. Mikroelementidest on esindatud sojaoa seemnetes kahevalentset tsink, raud, mangaan, vask ja seleen. Kahevalentne vask ja raud on vajalikud vereloomeelunditele, raud parandab jumet ja tsinki vajavad luud (Moghaddam *et al.* 2014). Lihatoiduga võrreldes on soja seemnetes mineraalaineid neli korda rohkem (Jallinoja *et al.* 2016).

1.2.3 Sojaoas peituvad vitamiinid

Vitamiinidest on sojas A- ja K-vitamiinid ning E-vitamiini eelühendid (Delimont *et al.* 2017). Vesilahustuvatest vitamiinidest leidub põhiliselt erinevaid B-rühma vitamiine (B1, B2, B3, B6, P ja PP) ning värsketes ubades ka C-vitamiini. Sojauba sisaldab küllaldaselt kesknärvisüsteemi ja südametegevust tugevdavat B1-vitamiini, mida leidub kolm korda rohkem kui lehmapiimas ja kuus korda rohkem kui kaeras, tatra ja nisus (Raudseping 2007).

1.3 Sojaoa agrotehnika

Sojal kulub valmimiseks 3–5 kuud. Põhjapoolsetel aladel valmivad ainult varajased sordid (Narits 2017). Soja on soojanõudlik ja külmakartlik kultuur, mida tuleb külvata, kui mulla temperatuur on

vähemalt 6 ± 8 °C s.o maikuu teisel poolel, et tärgranud taimed ei satuks hiliskevadiste öökülmade kätte ning tärkamine on soojas mullas ka kiirem (Raudseping 2007).

Kasvamiseks vajab kõrgemat temperatuuri, kuid mitte üle 30 °C (Narits 2017). Mulla niiskus on eriti tähtis kahel perioodil: idanemise ja kaunte moodustamise ajal. Liigniiskus õite moodustamisel, tolmeldamise ajal ja seemnete valmimisel võib põhjustada saagi langust (Monasterolo *et al.* 2015).

Soja kasvatamisel on oluliseks teguriks lisaks ilmale veel päeva pikkus. Sordiaretusega on loodud sorte, mis ei ole nii tundlikud päeva pikkuse suhtes ja on lühema kasvuperioodiga (Raudseping 2007). Sojasordi 'Laulema' vegetatsiooni periood on 123 päeva (Narits 2017), mis võimaldab selle sordil valmida meie tingimustel.

1.3.1 Muld ja väetamine

Soja kasvab paremini keskmise raskusega muldadel, kui need ei ole happelised. Sobiv on mulla pH 6–7, sellisel juhul on kaltsiumi ja magneesiumi omastamine normaalne (Raudseping 2007). Väetistest tuleb sojaoale anda põhiväetist NPK (lämmastikku mitte üle 25 kg/ha) (Narits 2017). N-väetise andmine sojaoale vähendab harilikult mügarate moodustumist ja tulemuseks on väiksema koguse õhulämmastiku sidumine (Kaushal *et al.* 2006). Väetiste kasutamine on sojaoa kasvatamisel minimaalne, kuna sojauba toodab ise lämmastikku (Ajaots 2017). Sojauba eelviljana rikastab mulda N-iga ning võib vähendada vajadust pestitsiidide järele teatud haiguste ja kahjurite korral (Raudseping 2007).

1.3.2 Külvinormid, -tihedus ja –aeg

Sojauba tuleb külvata samaaegselt aedoaga. Seda tehakse künnipõhiselt minimeeritud või otsekülviga (Narits 2017). Külvisenorm on 60 idanevat seemet ruutmeetri kohta (umbes 100

kg/ha). Soovitatavalt toimub külv mai alguses, et saaks maksimaalse saagi (Raudseping 2007). Soja tuleb külvata hõredalt, sest tiheda külvi korral ei moodustu kaunu. Taimede vahekaugus on reas 10 kuni 30 cm. Seemnekasvatuskülvides külvata laia reavahega (45–50 cm), et oleks võimalik umbrohutõrjeks taimede vahelt harida (Narits 2017).

Külvisügavus on 4 - 6 cm olenevalt mulla struktuurist .Pärast tuleb külvimaa korralikult rullida, et seeme saaks mullaga hästi kontakti, sest soja vajab idanemiseks palju niiskust. Ka tasaselt põllult on sügisel parem kombainiga koristada, sest sojataimel on esimesed kaunad küllaltki maapinna lähedal (8–10 cm) (Raudseping 2007).

Sojauba on bioloogiliselt küps kui lehed, vars ja taim on kollased. Sel ajal on seemnetes kõige suurem õli- ja toorproteiinisisaldus (Omelyanyuk *et al.* 2013). Valminud seemne niiskus on 45–55 %. Kuivanud taim, mille lehed on varisenud, jääb püsti seisma ning selle võib koristada kombainiga. Pärast koristamist saak kuivatatakse ja puhastatakse. Kui suuremate öökülmade saabumise ajaks ei ole soja veel küps, siis tuleks see üles võtta ja asetada rõukudesse järelvalmima (Raudseping 2007).

1.3.3 Sojaoa taimekaitse

Eestis aretatud sojauba 'Laulema' sordil haigusi ei esine. Umbrohu ennetamiseks saab teha umbrohutõrjet, mis peaks toimuma kohe peale külvi mullaherbitsiidiga. Vajadusel tõrjuda herneöölast süsteemse insektsiidiga (Narits 2017). Küll aga esineb sojaoal lõunapoolsetel aladel haigusi. Nagu näiteks sojaoa-pruunmädanik, mis on bakterhaigus ning seda põhjustab bakter *Xanthomonas campestris*, mis talvitub taimejäänustel ja seemnetel. Haigus areneb sooja ja niiske ilmaga. Levides kiiresti vihmaperioodil ning põhjustades taimedel varajast kolletumist, lehtede langemist (Mathew *et al.* 2015). Haiguse arenedes muutuvad väikesed kaunad kollakasrohelisteks ja lehtede pinnal on punakaspruunid laigud ning lehe alumisel küljel leiduvad väikesed pustulid. Sarnaseid pustuleid leidub ka kaunadel. Kaunad võivad liituda ja moodustada suure ebakorrapärase tumedamaid alasid. Taimekaitseks tuleb kasvatada resistentseid sorte, puhitud seemneid ning teha haigust tõkestavat keemilist tõrjet (Haudenshield *et al.* 2012).

Sojaoal esineb veel sojaoa-laikpõletik. Haiguse põhjustaja on *Myrothecium roridum*. Haigus levib kiiresti vihma ajal ning eriti intensiivne on levik sooja ja niiske ilmaga. Sojaoa-laikpõletik võib vähendada saaki kuni 40 % (Ben *et al.* 2015). Tunnuseks on tumepruunide või punakaspruunide äärtega väikesed ümarad ovaalsed laigud, mis arenevad haigestunud taimede lehtedel. Tõrjeks tuleb kasutada puhitud ja sertifitseeritud seemet, hävitada haigestunud taimejäänused ning vajadusel teha keemilist haigustõrjet põllul (Kwon *et al.* 2014).

Sojaoal võivad esineda kahte roostet tekitavad seeneliiki: *Phakopsora pachairaisi* ja *P. meibomiae*. Seentest tulenevad haiguste tunnusteks on pruunid laigud lehtedel, mis hiljem laienevad kogu lehele. Tõrjeks tuleks kasutada resistentseid sorte või haiguse ilmumisel pritsida põldu (Dithane M-45 0,3 %-line) 10-päevase intervalliga 2–3 korda (Raudseping 2007).

1.4 Tolmeldajad ja neile vajalik toiduressurss

Sageli ei peeta sojauba tolmeldajatele heaks toiduressursiks (Thom *et al.* 2016). Samas osad autorid räägivad sellest ka kui korjetaimest (Gass *et al.* 1996). Sojauba toodab nektarit ja õietolmu. Tolmeldajad tõstavad loodusliku risttolmlemise käigus ka sojaoa seemne saaki. Sellest andis kinnitust katse, mis viidi läbi Argentiinas (Robacker *et al.* 1993), kus uuriti sojaoa saagikust looduslikul risttolmlemise teel. Sellest katsest selgus, et meemesilane oli sojaoal enim registreeritud liik ning suurimad kaunad ja selle sees olevad seemned saadi just tolmeldajate poolse loodusliku risttolmlemise teel. Putukate külastused sojaoal parandavad ka sojaoa taimede paljunemisvõimet (Monasterolo *et al.* 2015).

Kogu maailma õistaimede liikidest on 90 % tolmeldamist vajavad taimeliigid (Thom *et al.* 2016). Sojaoast saadav toiduressurss mesilastele on nektar ja õietolm. Nektari produktsioon varieerub temperatuuri kõikumisest tingituna ja madalast temperatuurist tulenev stress mõjutab sojaoa õit erinevates arenguetappides (Gass *et al.* 1996). See omakorda kas piirab või aitab kaasa nektari tootmisele. Madalad temperatuurid enne õitsemis perioodi ja sellel ajal põhjustavad saagikuse märkimisväärsed kadusid (Erikson 1975).

Hiljutised uuringud on näidanud, et paljudes Euroopa riikides on looduslike tolmeldajate mitmekesisus laialdaselt vähenenud just põllumajandusliku intensiivistumise, elupaikade halvenemise, haiguste ja parasiitide leviku ning kliimamuutuste kombinatsiooni tõttu (Potts *et al.* 2010). Tolmeldamist vajavate kultuuride kasvupinna tõus toob kaasa tolmeldajate puuduse (Breeze *et al.* 2014). 2017 aasta veebruaris avaldatud uuringu kohaselt napib enam kui pooltes Euroopa riikides meemesilasi, et toidutaimi tolmeldada (Potts *et al.* 2010).

Õlitaimekultuuride nõudlust on pärast taastuvenergia direktiivi kehtestamist 2003. aastal veelgi suurenenud, mis eeldab, et 2010. aastaks peavad vedelad biokütused moodustama Euroopa liikmesriikides 5,75 % transpordikütuse tarbimisest (Kim *et al.* 2013). See asjaolu on aluseks, miks Euroopas on hakatud märkimisväärselt rohkem kasvatama soja, õlipalmi ja rapsi (Britz 2011). Erinevate õliseemnete kasutuselevõtt praegustesse külvikordadesse pakub toiduressurssi putukatele, tõstes samal ajal mulla viljakust ja seeläbi ka teraviljade saagikust (Thom *et al.* 2016).

Kuid teadlased on ka jõudnud järeldusteni, et järsult suurenenud nõudlus biokütuste järele on suurendanud oluliselt tolmeldamist vajavate taimede hulka ning samas halvendanud mesilaste olukorda, kuna monokultuuridel (raps, päevalilled ja soja) toitumine nõrgendab nende vastupanuvõimet haigustele, parasiitidele ja keskkonnamürkidele (Robacker *et al.* 1983). Eestis hukkub korjeperioodil võrreldes Läti ja Leeduga ligikaudu kaheksa korda rohkem meemesilasi (Übi 2000).

Tolmeldajate olukorda on võimalik leevendada rajades põllu- või teeserva laiema kui kolme meetrise riba. Neid ei künta üles ja hooldatakse niitmisega kaks korda aastas, siis kujuneb sinna püsigutest koosnev tolmeldajaid ja põllumajanduskahjurite looduslikke vaenlasi toetav niidu ökosüsteem. Kui sinna külvata veel juurde kahjurite looduslike vaenlaste toidutaimi ning tolmeldajaid soosivaid kodumaiseid õistaimi toetab see põllukultuuride tolmeldamist (Williams 1986).

Alates 2015. aastast tuleb ühtse pindalatoetuse taotlemisel järgida kliimat ja keskkonda säästvaid põllumajandustavasid ehk nn *rohestamise nõudeid*. See on osa EL-i ühisest põllumajanduspoliitikast aastani 2020 ja kõikidele liikmesriikidele kohustuslik. Rohestamise eesmärk on vähendada põllumajanduse mõju keskkonnale, kasutades selleks keskkonnasäästlikke tegevusi. Lisaks põllumajanduskultuuride mitmekesistamine, püsirohumaa säilitamine ning ökoloogilise kasutuseesmärgiga maa-alade olemasolu. Alates 2018. aastast on soja lisatud rohestamise kultuuride nimekirja (Peepson *et al.* 2017).

Põlluharijatel on võimalus luua pestitsiidide vabasid alasid, et tõsta õitsevate toidutaimede hulka (Peepson *et al.* 2017). Hiljutistes uurimustest on leitud kinnitust, et täiendavate õistaimede kasvatamine leevendab mesilaste olukorda ja aitab säilitada tolmeldajate arvukust (Robacker 1993).

Nende meetmete kasutusel võtt on populatsioonide globaalse hoidmise kontekstis eriti olulised ja rõhutavad kriitilist vajadust mõista tolmeldajate tähtsust ja nende mõju taimekasvatusele, et töötada välja rohkem kaitsekavasid, mis aitavad säilitada tolmeldajate arvukust. (Brittain *et al.* 2013).

1.4.1 Nektar ja õietolm

Nektar on suhkruid sisaldav vedelik, mida eritavad taimede nektarinäärmed (Riis, Karise 2015). Olenevalt taimeliigist ja ilmastikust on nektaris 30 % – 94 % vett ja süsivesikuid nagu näiteks: nektari fruktoosi, glükoosi ja sahharoosi (Severson *et al.* 1984). Nektari produktsioon on erinevatel taimeliikidel erinev ja sõltub tugevasti ilmastikust. 2011. ja 2012. aastal läbi viidud uuring näitas, et 29 mesilase poolt kogutud õietolmust Argentiinas leiti 38 % ainult soja õietolmu (Gill 2015). Sojaoa õisi peetakse soojema kliimaga riikides nektari saamise allikaks meemesilastele, kimalastele, erak-mesilastele (*H. Apoidea*) ning ka kahetiivalistele tolmeldajatele (Gill, 2015). Meemesilased korjavad ja kasutavad nektarit lisaks mee tootmisele ka neile endile energia saamiseks (Boer *et al.* 1948). Vihmase ilma korral langeb nektaris olev suhkrusisaldus kuni 4,25 % ja sellist nektarit mesilased enam ei kogu. Kuid kõige aktiivsemalt koguvad mesilased nektarit suhkrusisaldusega 50 % – 56 %. Enamikel korjetaimedel on aga suhkrusisaldus 20 % – 40% (Riis, Karise 2015).

Õietolm on pulbritaoline tolmpjas mass, mille koostissesse kuuluvad rasvad, valgud, mineraalained, vitamiinid, aminohapped, süsivesikud ja mis omab olulist tähtsust mesilastele haudmeperioodil (Riis, Karise 2015). Õietolmu terad on toiduks ka mesilaste vastsetele (Goulson *et al.* 2012).

1.4.2 Õite arv ja tihedus

Sojasordi 'Laulema' õied asuvad 3–8 kaupa lehekaenlas. Õied on tillukesed ning lillat värvi ja asetsevad suhteliselt tihedalt üksteise kõrval (Narits 2017).

Kõige rohkem eelistavad tolmeldajad külastada siniseid ja kollaseid õisi, kuid kõige enim on põllul leiduvatest õite värvustest esindatud valged ja kollased õied (Teräs 1985). Missisipis läbi viidud katsel võrreldi kahte sojasorti 'Pace' (valgeõielist) ja 'DP3588' (lilla õielist) ning uuriti nende kahe sordi omavahelist erinevust loodusliku risttolmlemise korral. Protsentuaalselt kõige kõrgem mesilaste külastatavus registreeriti valgeõielistel sojaoa taimedel (Jeffery *et al.* 2003).

Õite arv ja tihedus sõltub sojaoa sordist. Keskkond ja ilmasikuolud määravad ära kuidas on sojaoa erinevatel sortidel õied avanevad, kas siis osaliselt, täielikult või jäävad kinniseks. Sojaoa õitsemise tihedusest ja tolmeldajate seirest sõltuvalt on mitmel pool välja pakutud 1-2 mesilasperet ühe hektari kohta. Täpsemal pere suuruse määramisel tuleks arvesse võtta sortide iseärasusi ja kasutingimusi (Jeffery 2003).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Aeg ja koht

Vaatlused viidi läbi Rämsi külas Tartumaal ettevõtte Rannu Seeme OÜ maadel, mille põhitegevuseks on teravilja-, kaunvilja- ja õlitaimeseemnete kasvatamine. Sordi 'Laulema' sojaoa kasvupindala oli 82 hektarit, sellest biolaguneva kilemultši all oli 17 hektarit ehk 21 % kogu kasvatuspinnast. Antud töö vaatlused viidi läbi biolaguneva kilemultšiga alal. Vaatlused teostati kolmel korral sojaoa õitsemisperioodil ajavahemikus 26.07.2017 kuni 04.08. 2017.

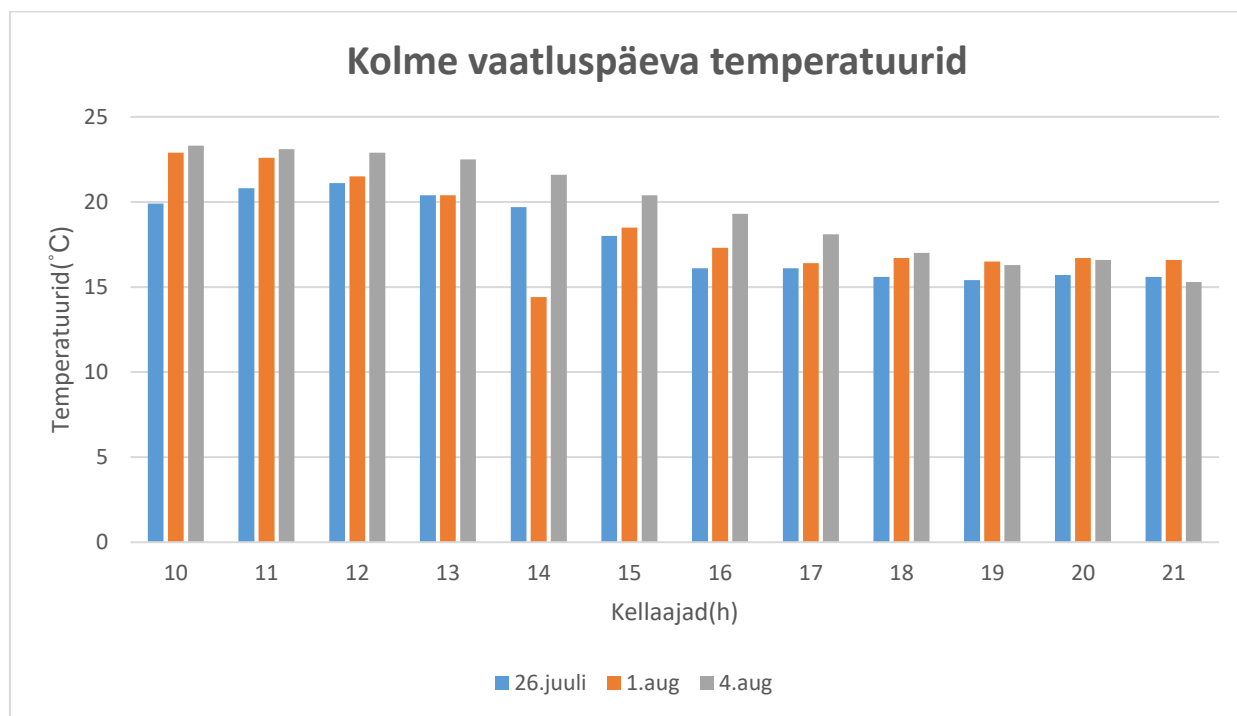
2.2 Agrotehnika

Sojauba külvati täppiskülvikuga (Samco 5220TR) 15. mail 2017. Taimede vahekaugus oli 10 kuni 30 cm. reavahega 45–50 cm. Kasutati hõredat külvi, sest taimistu suure tiheduse korral ei moodustu kaunu. Põld sai koristusvalmis 28.09.2017, kuid sojaoale ebasoodsate ilmastikutingimuste tõttu lükkus koristusaeg edasi. Saak koristati 15.10.2017.

2.3 Vaatlusaegne ilmastik

Vaatlused viidi läbi mesilaste korjeloenduseks sobilikel päevadel, mil puudusid nii vihm, udu kui ka tugev tuul. Põllult korjati sojaõisi päikesepaistelisel ajal. Sort 'Laulema' õitses juuli keskpaigast kuni augusti viimaste nädalateni. Taime vegetatsiooni perioodil on määravaks kasvu soodustavaks või mittesoodustavaks teguriks ilm.

Vaatlusaegne temperatuur on kajastatud kellaajaliselt järgmisel joonisel 1. Vaatlusaegne temperatuur jäi vahemikku 15,6 °C - 23,5 °C. Sademeid vaatluspäevade jooksul ei esinenud.



Joonis 1. Õhutemperatuur ajavahemikul 26.07–4.08 2017. Eerika ilmajaama andmetel

2.4 Õite, nektari, õietolmu koguse ja saagi hindamine

Õisi loendati kolmel erineval kuupäeval ühemeetristel transektil. Korjepäevad jäid ajavahemikku 26.07 kuni 4.08.2017. Hinnati poolavanenud ja kinniste õite hulka.

Nektari produktsiooni määramiseks kasutati õhukest klaasist 1 µl kapillaartoru. Lisaks kontrolliti mikroskoobi all õiepõhju ja nektaariumeid, et leida ka väga väikseid nektari koguseid. Tolmukad

koguti eraldi, õietolmu sisaldus tolmutates analüüsiti mikroskoobi (Nikon H55 0L) abil ja hinnati küpsenud ja kõlu-õietolmuterade protsent. Saagiandmed saadi ettevõttelt Rannu Seeme OÜ.

2.5 Tolmeldajate loendamine

Tolmeldajaid loendati 500 m pikkusel ja 1 m laiusel transektilt sojal ja samasugusel (500 x 1m) transektil soja rida vahelisel alal. Registreeriti meemesilased (*Apis mellifera* L.), kimalased (*Bombus* spp) liigi tasandini ja sirelased (*Shyrphidae*) rühmana.

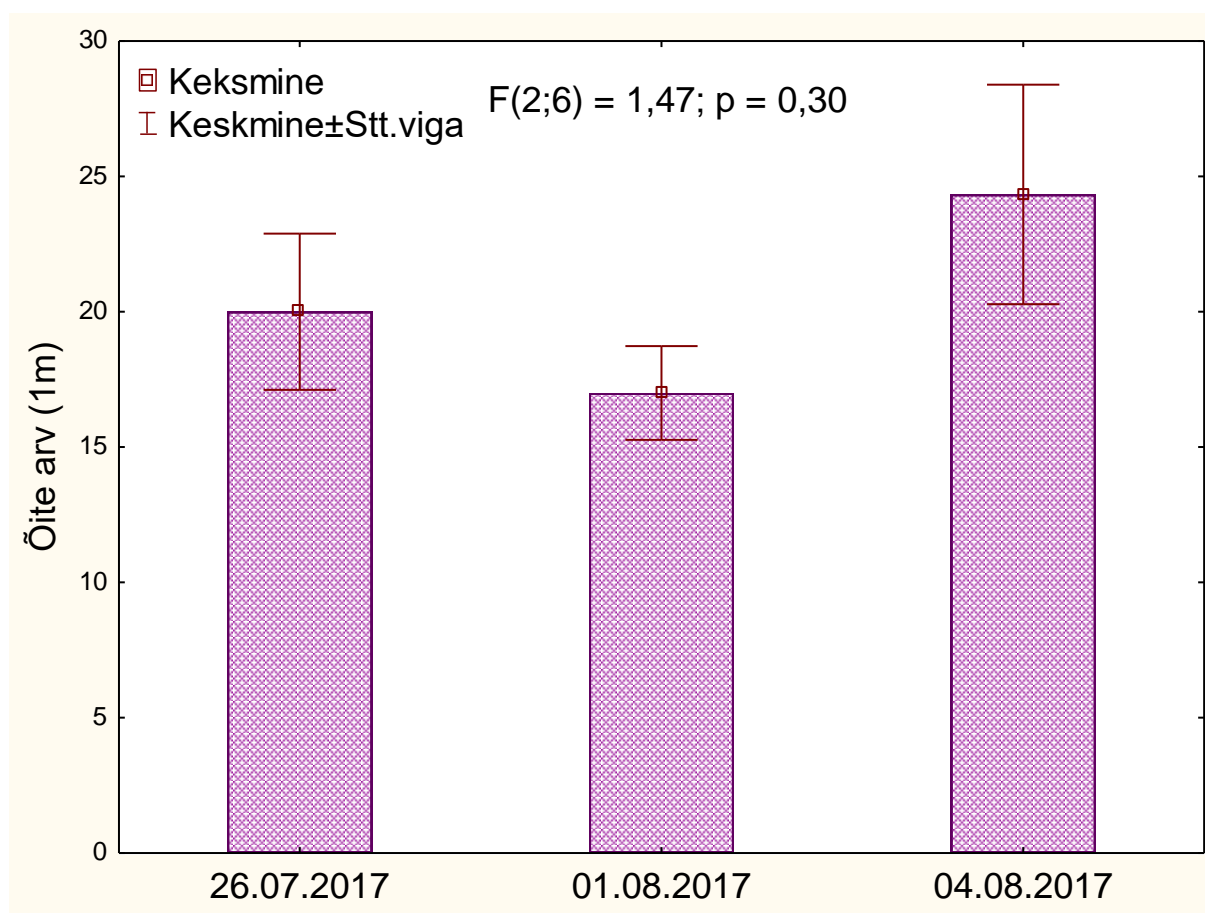
2.6 Andmeanalüüs

Õite tiheduse erinevuste testimisel kasutati ühemõõtmelist disperioonianalüüsi (ANOVA), kuna andmed olid normaaljaotusega. Tabelis ja joonisel on arvud esitatud keskmistena koos standard vigadega.

3. TULEMUSED JA ANALÜÜS

3.1 Õite arv

Sojaõite arv 1m pikkusel transektil ei erinenud vaatluspäevade vahel oluliselt ($F(2;6) = 1,47$; $p = 0,30$) (joonis 2). Esimesel vaatluspäeval korjatud õisi keskmiselt $20 \pm 1,4$ õit ühe transekti kohta. Teisel vaatluspäeval $17 \pm 1,4$ õit ning kolmandal päeval $25 \pm 1,4$ õit transekti kohta. Kõikidest õitest oli poolavatud (joonis 3) keskmiselt $18,0 \pm 3,1$ % ja kinniseid $82,0 \pm 5,1$ %. Sojaoa õie pikkus oli keskmiselt $5 \pm 1,2$ mm.



Joonis 2. Õite arv ühel meetril korjepäevadel 26. juuli, 1. august ja 4. august 2017.a., vaatlusaasta 2017. Joonisel on vurrudega märgitud keskmised ja standardviga



Joonis 3. Sojaoa kinnine õis (A) ja soja poolavatud õis(B) (Foto Maili Mägi)

3.2 Tolmeldajate arv põllul

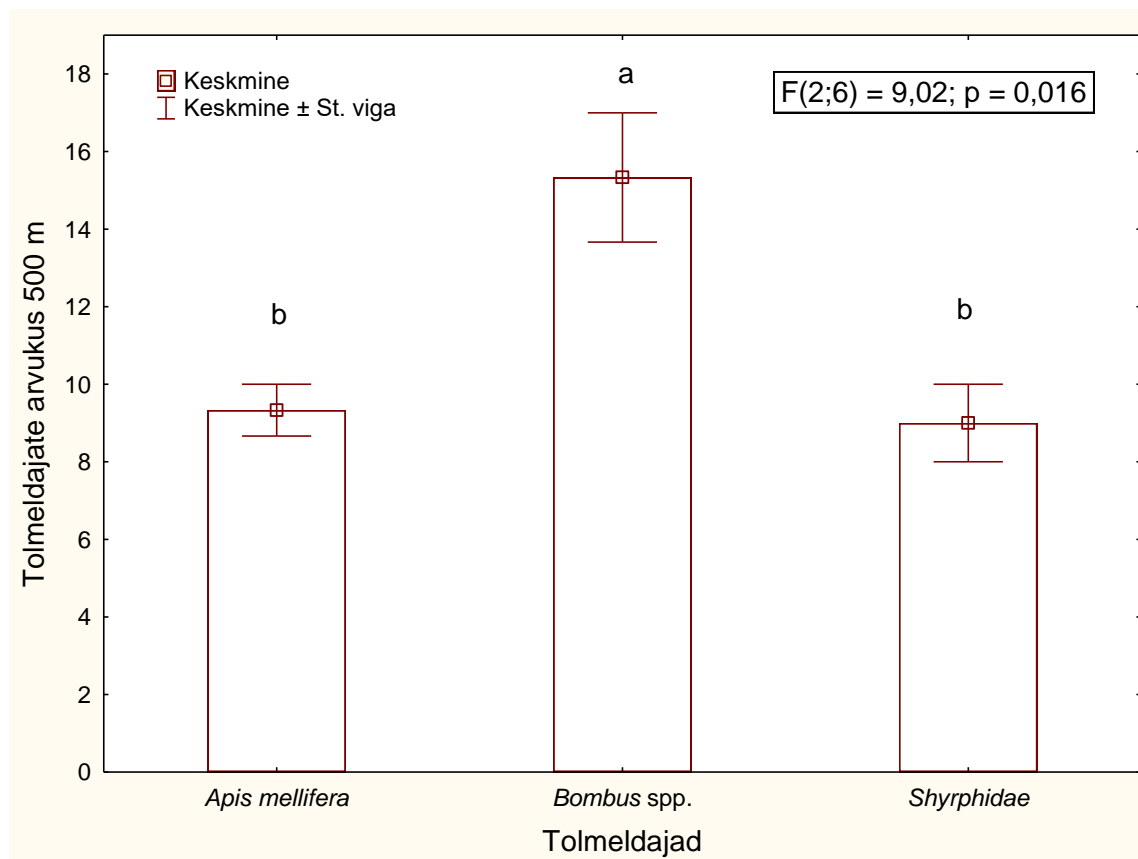
Sojaoal tolmeldajaid ei leitud, kuid soja ridade vahel kasvavatel õistaimedel loendati kokku 101 tolmeldajat. Esimesel ja teistel vaatluspäeval registreeriti 500 m pikkusel põlluserva transektil kokku 32 tolmeldajat. Kolmandal päeval oli tolmeldajate arvukus suurim, kokku 37. Tolmeldajate arvukus nii sojaoal kui põlluservas on välja toodud all järgmises tabelis 1.

Tabel 1: Tolmeldajate arv õistaimedel ja sojaoal vaatluspäevadel 26. juuli, 1. august ja 4. august, vaatlusaasta 2017.

Kuupäev	Tolmeldaja liik	Tolmeldajate arv ridade vahelise ala õistaimedel	Tolmeldajate arv sojaoal
26.07.2017	Meemesilane	10	0
	Kimalased	12	0
	Sirelased	10	0
01.08.2017	Meemesilane	8	0
	Kimalased	17	0
	Sirelased	7	0
04.08.2017	Meemesilane	10	0
	Kimalased	17	0
	Sirelased	10	0

Kõige arvukamalt kohati õistaimedel kimalasi, samas meemesilaste ja sirelaste arvukuses erinevust ei leitud (joonis 4). Kimalaste liikidest oli ridade vahel kasvavatel õistaimedel esindatud kivikimalane (*B. lapidarius*) ja karukimalane (*B. terrestris*). Lisaks esines veel sirelased ja meemesilased. Tolmeldajaid olid piimalilleliste sugukonda kuuluval kultuuril harilik piimalill

(*Euphorbia helioscopia*), harilikul linnukapsal (*Lapsana communis*) ja harilikul punandil (*Fumaria officinalis*).



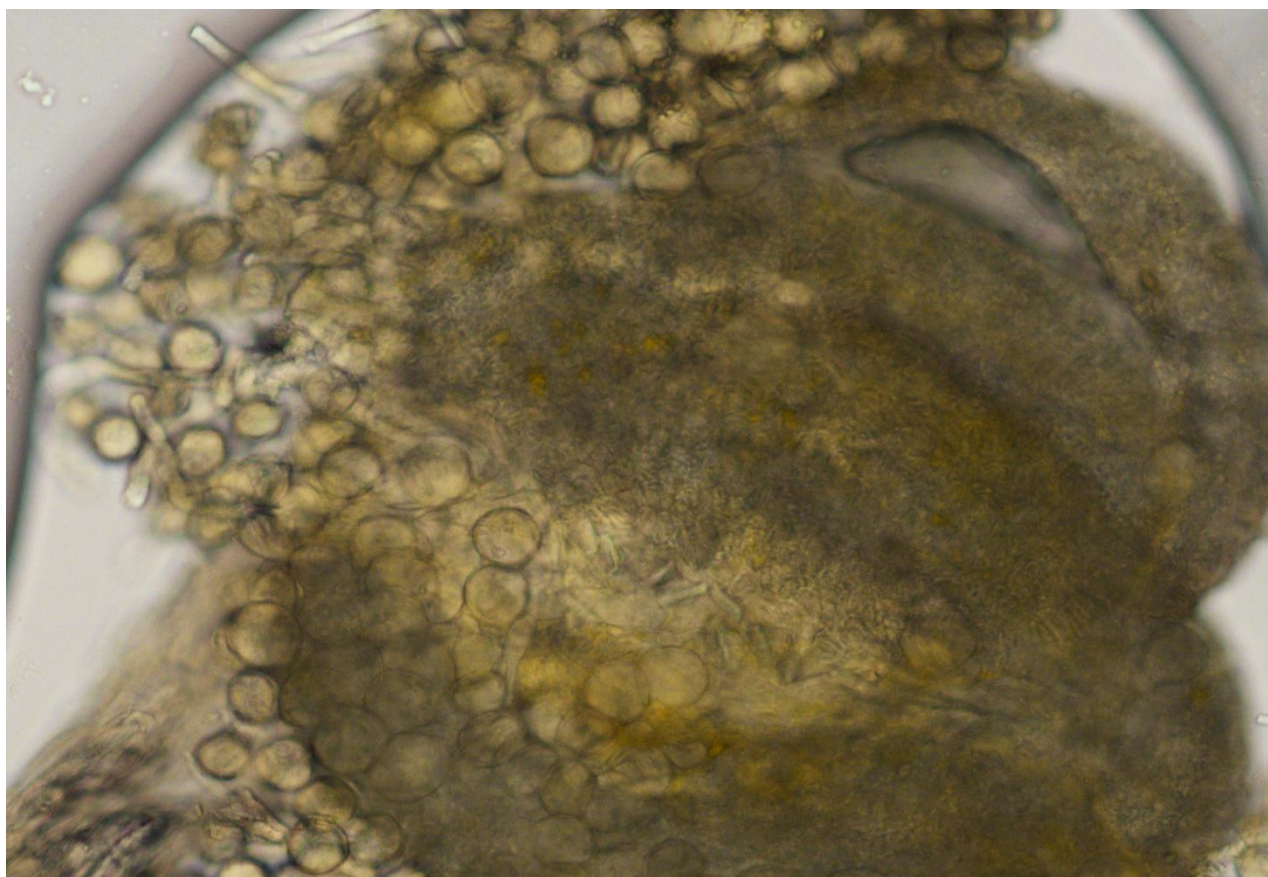
Joonis 4. Tolmeldajate keskmine arvukus (500 m) sojaoa ridade vahel kasvavatel õistaimedel. Erinevad tähed tähistavad olulisi erinevusi tolmeldajate arvukuses (ANOVA, Tukey test, $p < 0,5$)

3.3 Nektari ja õietolmu hulk õites

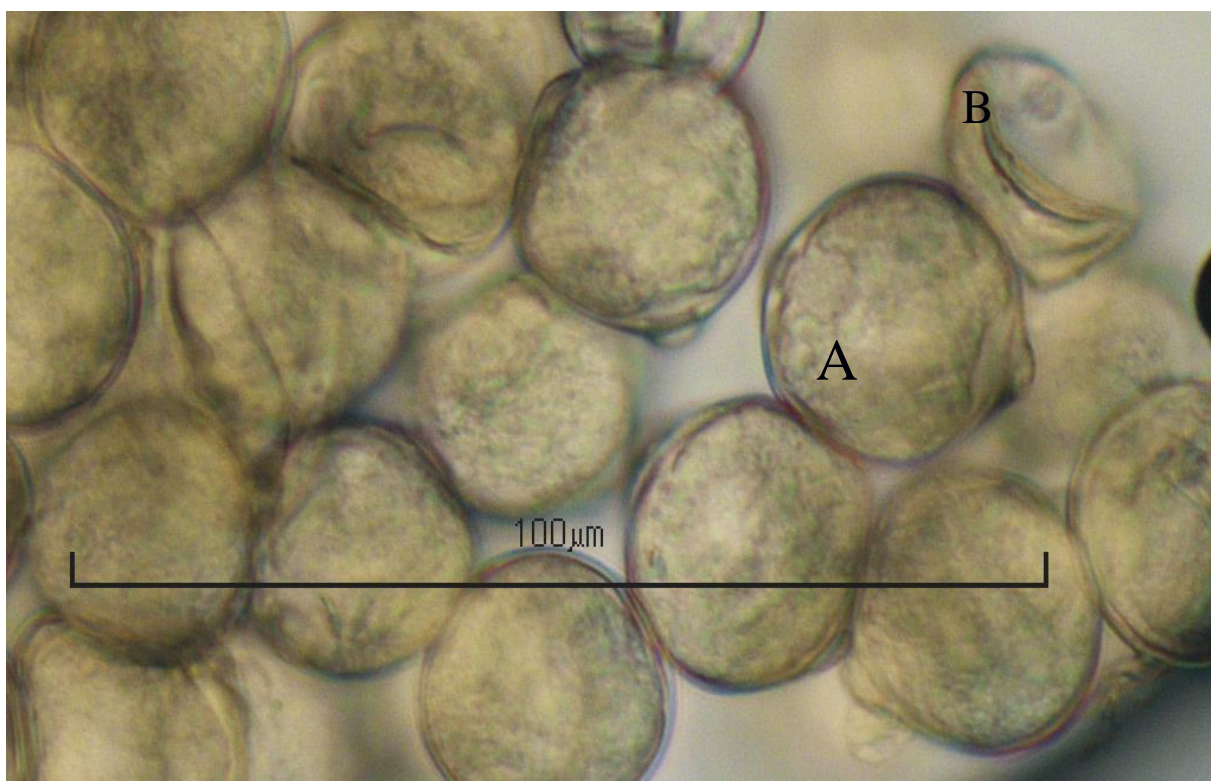
Nektari määramisel kapillartoru meetodil selgus, et sojaoa õies nektarit ei leidunud. Selleks, et veenduda, et õied tõesti ei sisalda nektarit, uuriti lisaks binokulaari all sojaoa õites olevaid

nektariume ja õiepõhju. Ka see uuring näitas, et õiepõhjades polnud isegi väga väikestes kogustes nektarit.

Sojaoa tolmukate analüüs näitas, et need sisaldasid küpseid õietolmuteri (joonis 5). Siiski, keskmiselt $12,2 \% \pm 1,1 \%$ õietolmuteradest polnud valminud või olid kõlud (joonis 6). Sojaoa 'Laulema' saak oli 1,1 t/ha. 40 % saagist jäi põllule maha taimede lamandumise tõttu.



Joonis 5. Sojaoa tolmukas koos õietolmu teradega (Foto A. Bontšutšnaja)



Joonis 6.. Sojaoa küpsenud (A) ja (B) kõlud õietolmu terad (Foto A.Bontšutšnaja)

4. ARUTELU

Antud vaatlusaasta andmete põhjal ei sobi sojaoa sort 'Laulema' mesilaste korjetaimeks, kuna antud sordilt ei leitud vaatluste käigus nektarit, mis oleks eelduseks tolmeldajate kohale meelitamiseks. Tolmeldajate loendamisel registreeriti sojaoa ridade vahel kasvavatel õistaimedel kokku 101 tolmeldajat, mis näitab, et nii meemesilased kui ka kimalased ja sirelased olid loenduspäevadel korjel. Loendusele eelnevatel päevadel oli ilmastik korjelendudeks ebasobiv. Kimalaste oluliselt suuremat arvukust võib põhjendada nende toitumiskäitumisega. Kui perelise eluviisiga meemesilastel on tarudes piisavad toidutagavad mee ja suira näol, siis kimalastel on tavaliselt vaid mõne päeva varud. Seega peavad kimalased igal võimalusel, kui vihma ei saja ja õhutemperatuur tõuseb üle 10 °C, korjele minema, mistõttu nende arvukus antud uurimisaastal tingimustes oligi põllul kõrgem (Goulson 2010). Sirelased vajavad toitu vaid iseendale, seega ka nende vajadus igal võimalusel korjele minna on oluliselt väiksem (Ahrent *et al.* 1993).

Vaatlusaasta suhteliselt madalad temperatuurid ei soosinud isegi meie tingimustesse aretatud sojaoa sordi 'Laulema' nektariproduksiooni. Näiteks Ericksoni 1975. aastal tehtud katse näitas, et muidu hea nektaritaim sojauba ei tootnud nektarit, kui päevane õhutemperatuur langes alla 21 °C. See asjaolu võis saada ka meie tingimustes vaatlusajal määravaks teguriks, kuna taime kasvuperioodil langes mitmel korral õhutemperatuur alla 17 °C. Taimede nektarieritusele avaldavad mõju õhutemperatuur ja -niiskus (Sverson 1984). Taimed eritavad hästi nektarit soojade, päikesepaistelistel ilmadega, kui õhutemperatuur on tõusnud üle 16 °C (Carruthers 2017). Nektarieritust pidurdavad jahedad ööd. Kui õhutemperatuur langeb öösel 10–12 °C või madalamale, siis nektarieritus päeval langeb või katkeb, põhjustades olukorra, kus korjetaimed küll õitsevad, kuid korjet ei ole või see on tagasihoidlik. Nektarierituse optimaalseks õhuniiskuseks on 60 % – 80 % (Riis, Karise 2015).

Soojas kliimas kasvavad sojaoa sordid on nektari produktsiooni poolest erinevad. Sellest sõltuvad mesilaste korjel käimise eelistused. Kõrgema suhkrusisaldusega nektarit eelistavad tolmeldajad enim. Haitil tehtud samateemalised uuringud näitavad, et nektari koguarv ühe sojaõie kohta

varieerub 16 kuni 134 µg olenevalt sordi iseärasustest (Severson 1984). Eesti tingimustes antud tööle eelnevaid uuringuid nektari produktsiooni hindamiseks ei ole registreeritud.

Teiseks määravaks teguriks võib pidada lõhna, mis tolmeldajaid ligi meelitaks. Kuna Eesti tingimustesse aretatud sojasordil 'Laulema' on väikesed ja kinnised õied, siis lõhnaeritus võib jääda ebapiisavaks võrreldes teiste suurema nektari- ja õietolmu produktsiooniga taimedel.

Kolmandaks teguriks on sojaoa õite värvus. Mesilased on võimelised eristama väga hästi õite värve. Siiski on mesilastel värvide tajumisvõime nihutatud inimesega võrreldes lühemate lainepikkuste poole. Mesilased näevad 300–700 nanomeetrit. Mesilased eelistavad kirkamate värvustega õisi (Chittka *et al.* 1995). Sojaõied olid heledillad, mistõttu peaksid nad mesilastele nähtavad olema, kuid siiski on nektari- ja õietolmu lõhn neile tugevam atraktant sobilike õite leidmisel.

Vaatlusandmetest selgus, et suur osa sojaoa õitest ei avanenudki. Kuid sellest hoolimata, et tolmeldajaid õiel ei käinud, saadi saaki. Seega soja on isetolmleja ning saab kauna moodustamisega ka ilma tolmeldajateta hakkama, sest küpsenud õietolmu terad olid õies olemas. Samas selle teemalised uuringud, mis on läbi viidud lõunapoolsematel aladel näitavad, et ka isetolmlevate taimede lisetolmlemine tõstab saagikust. Kui tolmeldaja oleks sojaõiel käinud, võinuks saak olla suurem antud katseteski.

Kuna varasemad vaatlused puuduvad, siis üks ebasoodne aasta ei anna veel täit kinnitust, et tegemist on külvikorda mesilastele toidutaimelise ebasobiva liigiga. Kuid vaatlusi peab jätkama ka teiste põhjapiirkonda sobivate soja sortidega.

KOKKUVÕTE

Töö eesmärk oli välja selgitada, kas vaatlusaasta 2017 andmete põhjal sobib liblikõielise taimena sojauba tolmeldajatele lisatoiduks. Sellest küsimusest lähtuvalt oli töö hüpoteesiks et sojauba sort 'Laulema' on sobilikuks korjetaimeks Eesti tingimustes.

Vaatlused viidi läbi 2017. aasta suvel sojauba 'Laulema' õitsemise ajal juuni lõpust kuni augusti alguseni. Vaatluste ajal ei esinenud sademeid ja temperatuur jäi ajavahemikku 15,6 °C- 23,5 °C. Vaatluse käigus loendati viielt ühe meetriselt transektilt õite arv. Mõõdeti õites olev nektar ja õietolm. Sammuti loendati kolmel korral 500 meetriliselt transektilt ,soja õitsemiseperioodil, põllul olevad tolmeldajad. Uuriti nende arvukust ja liigirikkust.

Sojal tolmeldajaid ei leitud. Neid võis näha vaid põllul olevatel õistaimedel nagu näiteks harilikul piimalillil (*E. helioscopia*), harilikul linnukapsal (*L. communis*) ja harilikul punandil (*F. officinalis*). Suurem arvukus oli just kivikimalaste (*B. lapidarius*), sirelaste (*Syrphidae*) ja meemesilaste (*A. mellifera*) poolt.

Ilmastikutingimused ei soosinud nektari produktsiooni taimes ega ka õie avanemist. See mõjutas tolmeldajate korjekäitumist. Viimased eelistasid kõrgema nektari produktsiooniga taimeliike. Eesti tingimustesse aretatud sojauba 'Laulema' on isetolmleja ja saab kauna moodustamisega õisikusiselt hakkama (Narits, 2017). Taim ei vaja saagi formuleerimisel lisatolmlemist putukate poolt, kuid tolmeldamine ilmselt suurendaks soja seemnesaaki.

Uurimise käigus selgus, et tolmeldajatele toiduressurssi pakkuv õietolm on õisikus olemas. Tõenäoliselt vajab taim kõrgemat õhu temperatuuri, et õisik avaneks ning tolmeldaja pääseks õietolmule ligi.

Vaatlusaasta 2017 põhjal saab öelda, et sojasort 'Laulema' ei ole sobilik korjetaim tolmeldajatele ning korjetaimena pole otstarbekas lülitada meetaimede meetmesse. Kuid edasine uurimistöö on vajalik, et selgitada välja tulemused sojauba soodsamate kasvutingimuste korral.

SUMMARY

The purpose of this thesis was to determine if soybean as a plant of the bean family is fit to be a food resource for pollinators based on the data of reference year 2017. The hypothesis of this thesis was to determine if soybean cultivar 'Laulema' is a suitable harvest plant for pollinators in Estonia.

The survey was conducted during the blooming period of soybean cultivar 'Laulema' in summer 2017 from the end of June to the beginning of August. There was no precipitation noted during the survey period and the temperature was between 15.6 °C - 23.5 °C. The number of flowers was counted from five one meter long transects. The quantity of nectar and pollen was measured. The quantity of pollinators was counted on a 500 meter transect three times during the blooming period of the soybean. The abundance and diversity of the pollinators was examined.

No pollinators were found on the soybean. They could be found on weed such as sun spurge (*E. helioscopia*), common nipplewort (*L. communis*), and common fumitory (*F. officinalis*). The abundance of red-tailed bumblebees (*Bombus lapidarius*), hoverflies (*Syrphidae*), and European honey bees (*Apis mellifera*) was greater than other species'.

The weather did not favour nectar production or the opening of the flower. This influenced the pollinators' behaviour and they preferred plant species with higher nectar production. Soybean cultivar 'Laulema' is bred for Estonian weather conditions and is therefore a self-pollinator and can form the pod without relying on external pollinators (Narits 2017). The plant does not need pollination assistance from bugs, however, it could possibly increase the soybean harvest.

Research proved that the pollen acting as food resource for pollinators is present in the flower. The plant most likely needs higher air temperature in order for the flower to open more, to allow access to the pollinator.

On the basis of reference year 2017 it can be said that soybean cultivar 'Laulema' is not a suitable food resource for pollinators. It is not practical to use as a nectar source for honey. Further research is necessary in order to clarify the results in suitable growing conditions for the soybean.

KASUTATUD KIRJANDUS

Abdulkhani A. (2017) Potential of Soya as a raw material for a whole crop biorefinery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 75: 1269-1280.

Ahrent D.K., Caviness C.E. (1993) Natural Cross-Pollination of Twelve Soybean Cultivars in Arkansas. *Crop Science* 2: 376-378.

Anderson J.W., Smith B.M., Smith, B.M., Washnock, C.S. (1997) Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. *The American Journal of clinical nutrition* 70: 464-474.

Ben H.Y., Zhao Y.J., Chai A.L., Shi Y.X., Xie X.W., Li B.J. (2015) First Report of *Myrothecium roridum* Causing Leaf Spot on *Anthurium andraeanum* in China. *Journal of Phytology* 163: 144-147.

Boer P.J., den, Vleugel D.A. (1948) Ethologische waarnemingen aan een nest van *Bombus. equestris* (F.). *Tijdschr Entomol.* 91: 212-134.

Breeze T.D., Vaissière B.E., Bommarco R., Petanidou T., Seraphides N., Kozák L. (2014) Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLoS One* 9(1): 1-236.

Brittain C., Williams N., Kremen C., Klein A.M. (2013) Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. *Broc Biol Sci* 10: 7.

Britz W., Hertl T.W. (2011) Impacts of EU biofuels directives on global markets and EU environmental quality: An integrated PE, global CGE analysis. *Agr Ecosyst Environ* 142: 102–109

Carruthers M. (2017) Nectar Production in Oilseeds: Food for Pollinators in an Agricultural Landscape. *Crop Science* 149: 123.

Colin W., Wrigley H., Corke K., Seetharaman J.F. (2016) Encyclopedia of Food Grains. (Second Edition) 2: 228-236.

Cozea A., Lonescu N., Popescu M., Neagu, M., Gruia, R. (2016) Comparative Study Concerning the Composition of Certain Oil Cakes with Phytotherapeutical Potential. *Revista de Chimie* 67: 422-425.

Chittka L., Kunze J., Geiger K. (1995) The influence of landmarks on distance estimation of honeybees. *Animal Behaviour* 50: 23-31

Delimont N.M., Fiorentino N.M., Opoku-Acheampong A.B., Joseph M.V., Guo, Q.B., Alavi S., Lindshield B. L. (2017) Newly formulated, protein quality-enhanced, extruded sorghum-, cowpea-, corn-, soya-, sugar- and oil-containing fortified-blended foods lead to adequate vitamin A and iron outcomes and improved growth compared with non-extruded CSB+ in rats. *Journal of Nutritional Science* 6: 12-13.

Eerika Ilmaja (2018) <http://www.fieldclimate.com/>. (28.04.2018).

Eesti Taimakasvatuse Instituut (2016) Aasta soja katsete tulemused. <http://www.etki.ee/index.php/valdkonnad/seemne-kasvatus>. (09.05.2017).

Emiola I.A., Gous R.M. (2011) Nutritional evaluation of dehulled faba bean in feeds for weaner pigs. *South African Journal of Animal Science* 41: 79-86

Erickson E.H. (1975) Variability of Floral Characteristics Influences Honey Bee Visitation to Soybean Blossom. *Crop Science* 15: 767-771.

Faria W.C.S., Costata W. (2018) Novel soybean-based high protein bar rich in isoflavones improves insulin sensitivity in diabetic Wistar rats. *Pub Med* 55: 21-32.

Gass A., Schori A., Fossati A., Soldati P., Stamp. (1996) Cold tolerance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) during the reproductive phase. *European Journal of Agronomy* 5: 71-88.

Gill K.A., O'neal M.E. (2015) Survey of Soybean Insect Pollinators: Community Identification and Sampling Method Analysis. *Environmental Entomology* 1: 429-432.

Goulson D. (2012) Bumblebees Behaviour Ecology, and Conservation. Second Edition *CPI Group* (UK), 317.

Haudenshield J.S., Bowen C.R., Hartman G.L. (2012) Pentaplex Q-PCR quantifies DNA from fungi causing anthracnose, brown stem rot, and charcoal rot in field samples of soybean. *American Phytopathological Society* 1: 9-13.

Jallinoja P., Niva M., Latvala T. (2016) Future of sustainable eating? Examining the potential for expanding bean eating in a meat-eating culture. *Futures* 83: 4-14.

Jeffery D., Thomas C., Craig A., Robert L. (2003) Soybean natural cross-pollination rates under field conditions. *Environmental Biosafety Research* 10:1 33-138.

Kaushal T., Onda M.S., Yamazaki A., Fujikake H., Ohtake N., Sueyoshi K., Takahashi Y., Ohshima T. (2006) Effect of deep placement of slow-release fertilizer applied at different rates on growth, N-2 fixation and yield of soya bean. *European Journal of Agronomy* 192: 417-426.

Kiik, H. (1989) Maailma viljad. Tallinn „Valgus“. 88 lk.

Kim I.S., Binfield J., Patton M., Zhang L., Moss J. (2013) Impact of increasing Liquid Biofuel Usage on EU and UK Agriculture. *Food Policy* 38: 59-69.

Kwon H.W., Kim J.Y., Choi M.A., Son S.Y., Kim S.H. (2014) Characterization of *Myrothecium roridum* Isolated from Imported Anthurium Plant. *Culture Medium* 42: 82-85.

Mathew F., Tande C., Gebreil A., Byamukama E., Osborne L., Draper M. (2015) First Report of Brown Stem Rot of Soybean (*Glycine max*) Caused by *Phialophora gregata* in South Dakota. *APS Journals* 99: 1176-1176.

Moghaddam A.S., Entezari M.H., Iraj B., Askari G., Zahabi E.S., Maracy M.R. (2014) The Effects of Soy Bean Flour Enriched Bread Intake on Anthropometric Indices and Blood Pressure in Type 2 Diabetic Women: A Crossover Randomized Controlled Clinical Trial. *International Journal of Endocrinologi* 10: 1155.

Monasterolo M., Musicante M.L., Valladares G., R., Salvo A. (2015) Soybean crops may benefit from forest pollinators. *Agriculture, Ecosystems Environment* 220: 217-222.

Nguyen M., Rønnestad I., Buttle L.Van, Lai H.M. (2014) Espe Imbalanced lysine to arginine ratios reduced performance in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) fed high plant protein diets. *Aquaculture Nutrition* 45: 1934-1940.

Omelyanyuk L.V., Asanov A.M. (2013) Productivity samples of leguminous crops created in Siberian scientific research institute of agriculture, depending on the weather conditions of the growing season. *Global food Security* 5: 17-20.

Peepson A., Karjatse M., Mikk M. (2017) Nõuetele vastavus ja rohestamine 2015, Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, Tartumaa Põllumeeste Liit, Eesti. Maaeluministeeriumiga, täiendatud trükk 2017. Tartumaa: AS Ecoprint. 23 lk.

Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O. (2010) Global pollinator declines; trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evo* 25: 345–353.

Raudseping M. (2007) Sojuba, kasvatamise võimalused Eestis ja kasutamine Jõgeva sordiaretus Instituut, Jõgeva, OÜ Vali Press. 32 lk.

Rasmont P., Franzen M., Lecocq T., Harpke A., Roberts S., Biesmeijer J., Castro L., Cederberg B., Dvorak L., Fitzpatrick U., Consenth Y., Huberuge E., Mahe G., Manino A., Michez D., Neumayer J.,

Paukkunen J., Pawlikowski T., Potts S., Reemer M., Settele J., Straka J., Schweiger O. (2015) Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees *Bio Risk* 10: 1-236

Riis M., Karise R. (2015) Mesilaste korjetaimed ja taimede tolmeldamine mesilase abil. Tallinn: Eesti Mesinike Liit. 103 lk.

Robacker D., Flottum P.K., Sammataro P.K., Erikson E. H. (1993) Effects of climatic and edaphic factors on soybean flowers and on the subsequent attractiveness of the plants to honey bees. *Field Crops Research*. 6: 267-278.

Severson D.W.D., Erickson E.H. (1984) Quantitative and Qualitative Variation in Floral Nectar of Soybean Cultivars in Southeastern Missouri. *Environmental Entomology* 13: 1091-1096.

Stacewicz-Sapuntzakis M. (2008) Correlations of dietary patterns with prostate health. *Nutr Food Res* 525(5):624.

Stoddard F., Rasmont P., Franzen M., Lecocq T. (2017) Climate change can affect crop pollination in unexpected ways. Climatic risk and distribution atlas of European bumblebees. *BioRisk* 10: 1-236.

Thom D., Rammer W., Dinböck T., Müller J., Kobler J., Katzensteiner K., Helm N., Seidi R. (2016) The impacts of climate change and disturbance on spatio-temporal trajectories of biodiversity in a temperate forest landscape. *British Ecological Society* 54: 28-38.

Teräs I. (1985) Food plants and flower visits of bumblebees (*Bombus*:Hymenoptera, Alpides)in southern Finland. *Acta Zoologica Fennica* 120: 1-51.

Ülbi E. (2000) Mesilaste elu. Tallinn, Külim. lk 25.

Williams P.H. (1986). Environmental Change and the Distributions of British Bumble Bees (*Bombus* Latr.). *Bee World* 67 (2): 50–61.

Ettekanded:

Ajaots M. (2017) Ettevõtte, *Ettekanne Teravilja foorum* (21.03.2017)

Narits L. (2017) Teadur, Eesti Taimakasvatuse, Instituut *Ettekanne, Ettekanne Teravilja foorum* (21.03.2017)

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Maili Mägi

14.10.1987

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Sojasort `Laulema`: Toiduressurss tolmeldajatele?
mille juhendaja on Reet Karise, PhD, Marika Mänd, Prof.

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete
kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 21/05/2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)